

**LAPORAN PENELITIAN HIBAH BERSAING**



**ALAT BANTU BICARA BERBASIS MICROCAMERA BAGI PASIEN  
TUNALARYNX**

**Peneliti :**

- 1. Sigit Yatmono, ST., MT.**
- 2. Fatchul Arifin, ST., MT.**
- 3. Dr. Tri Arief Sardjono, MT.**

Dibiayai oleh Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional, sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian Nomor: 004/Subkontrak-Multitahun/UN34.21/2012

**UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
OKTOBER 2012**

## **HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR HIBAH BERSAING**

1. Judul : Alat Bantu Wicara Berbasis Microcamera Bagi Pasien Tuna Larynx.
2. Ketua Peneliti
- a. Nama Lengkap : Sigit Yatmono, MT.
  - b. Jenis Kelamin : L / ~~P~~
  - c. NIP : 19730125 199903 1 001
  - d. Jabatan Struktural :-
  - e. Jabatan fungsional : Asisten Ahli
  - f. Bidang Keahlian : Microprocessor, Programming
  - g. Fakultas/Jurusan : Fakultas Teknik/ Jurusan Pendidikan Teknik Elektro
  - h. Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta
  - i. Tim Peneliti

No	Nama	Bidang Keahlian	Fakultas/Jurusan	Perguruan Tinggi
	1. Fatchul Arifin, MT.	Elektronika cerdas, microprocessor, Electronic Bimodis	Teknik/Elektro	UNY
	2. Dr.Tri Arif Sardjono	Biomedical Engineering	FTI/Elektro	ITS

3. Pendanaan dan jangka waktu penelitian
- a. Jangka waktu penelitian yang diusulkan : 3 tahun
  - b. Biaya total yang diusulkan : Rp. 149.930.000,00
  - c. Biaya yang disetujui tahun ke 1 : Rp. 31.000.000,00
  - d. Biaya yang disetujui tahun ke 2 : Rp. 45.000.000,00

Mengetahui  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Yogyakarta

Yogyakarta, 10 Oktober 2012  
Ketua Peneliti,

Dr. Moch. Bruri Triyono, M.Pd.  
NIP. 19560216 198603 1 003

Sigit Yatmono, MT.  
NIP. 19730125 199903 1 001

Menyetujui,  
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian

Prof. Dr. Anik Ghufro  
NIP. 19621 111 198803 1 001

## RINGKASAN DAN SUMMARY

Penyembuhan kanker stadium lanjut pada daerah laring haruslah dilakukan operasi. Operasi ini akan mengambil bagian tenggorokan yang terkena kanker sampai bersih. Dampak dari operasi ini akan menjadikan *trachea* (saluran yang menghubungkan antara rongga mulut-hidung dengan paru) terpisah dengan esophagus dan pasien tidak dapat lagi bernapas dengan hidung, melainkan melalui stoma (sebuah lubang di leher pasien). Pengangkatan laring, otomatis akan mengangkat perangkat suara manusia. Sehingga pasca operasi laring, pasien tidak dapat lagi berbicara (bersuara) sebagaimana sebelumnya.

Suara merupakan salah satu alat komunikasi utama manusia. Tanpa suara manusia tidak dapat berbicara yang pada akhirnya, tidak akan dapat lagi menyampaikan kemauannya kepada orang lain secara bebas. Bahasa tubuh atau tulis yang dapat dilakukan manusia, tetap akan membatasi komunikasi. Karena kecepatan tulis atau bahasa tubuh tidak secepat dan sejelas bahasa suara. Oleh karena itu diperlukan suatu terobosan agar para penyandang tuna laring bisa berbicara kembali secara mudah dan murah. Pada penelitian ini dikembangkan model alat bantu bicara berbasis microcamera. Microcamera akan memodelkan bentuk mulut ketika menghasilkan suara. Selanjutnya model dari mulut ini digunakan untuk membangkitkan suara bagi para pasien tuna larynx.

Pada tahun pertama sistem telah dibangun dan hasilnya telah dikenali gambar diam (ucapan vokal) dengan nilai validasi kebenaran 78,3 %. Pada tahun ke 2, sistem diperbaiki kualitasnya. Hasilnya sistem telah dapat mengenali video pendek (ucapan dua suku kata) dengan nilai kebenaran 81 %. Proses pengolahan video dilakukan dengan menjadikan masing masing video menjadi beberapa buah frame gambar diam. Selanjutnya dari masing masing gambar diam dilakukan proses pengubahan RGB to gray, peningkatan intensitas gambar, pengubahan skala gambar, deteksi tepi, dan penggabungan data masing masing frame. Data ini selanjutnya diolah oleh sistem *pattern recognition* (jaringan syaraf tiruan).

*Key words: Tuna laring, Alat bantu bicara, microcamera, video recognition.*

## PRAKATA

Segala puji bagi Allah yang telah menciptakan alam beserta seluruh isinya. Allah-lah yang telah memberikan “ilmu” kepada manusia. Hanya atas izinnya lah peneliti dapat menyelesaikan penelitian Hibah Bersaing dengan judul ***“Alat Bantu Wicara Berbasis Microcamera Bagi Pasien Tuna Larynx”*** tahun II ini dengan baik. Salam dan sholawat semoga terlimpah pada Rasulullah Muhammad SAW, pembimbing manusia, sehingga manusia mendapatkan kemuliaan dengan ilmu yang dimilikinya.

Dalam penelitian ini peneliti sajikan salah satu desain model alat bantu wicara bagi pasien tunalaring. Pada tahun I microcamera telah berhasil mengenali gambar diam beberapa kata tertentu. Pada tahun II ini, microcamera telah mengenali gambar bergerak / video dengan durasi pendek. Harapannya semoga alat ini kedepannya bisa terwujud dan sungguh akan memberikan manfaat bagi mereka yang tidak bisa berbicara secara normal.

Pada kesempatan ini peneliti mengucapkan banyak terimakasih, kepada:

1. Direktur Jendral Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional, yang telah memberikan pendanaan sehingga penelitian ini dapat terlaksana.
2. Segenap civitas akademika Universitas Negeri Yogyakarta, khususnya Bapak Rektor, Bapak Ketua LPPM, Bapak Dekan, serta Bapak Ketua Jurusan yang telah mengijinkan peneliti untuk melaksanakan penelitian.
3. Semua pihak yang telah membantu peneliti baik secara moril maupun spirituil, sehingga penelitian beserta laporannya dapat peneliti selesaikan dengan baik.

Peneliti sadar, bahwasanya tiada dzat yang sempurna kecuali Allah. Begitu juga penelitian yang dilakukan peneliti, diakui secara sadar masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu peneliti mohon maaf jika masih banyak kekurangan. Kritik dan saran dari para pembaca sangat peneliti harapkan.

Akhirnya peneliti hanya dapat berharap, semoga sedikit pengetahuan dan pengalaman yang telah peneliti dapatkan selama penelitian ini, dapat bermanfaat bagi masyarakat, bangsa, dan negara.

Yogyakarta, 10 Oktober 2012

Peneliti

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
<b>A. LAPORAN HASIL PENELITIAN</b>	
RINGKASAN DAN SUMMARY	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I. PENDAHULUAN	1
BAB II. STUDI PUSTAKA	5
A. Anatomi Pernapasan Manusia	5
B. Suara Manusia	6
C. Pengolahan Citra	9
D. Jaringan Syaraf Tiruan	9
BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	13
A. Tujuan Penelitian	13
B. Manfaat Penelitian	13
BAB IV. METODE PENELITIAN	15
BAB V. PENGEMBANGAN dan PELAKSANAAN PENELITIAN	18
A. Persiapan	18
B. Pelaksanaan penelitian	19
BAB V. KESIMPULAN	30
DAFTAR PUSTAKA	31
<b>B. DRAF ARTIKEL ILMIAH</b>	
<b>C. SINOPSIS PENELITIAN LANJUTAN</b>	

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 1 Hasil Pengenalan citra	31
--------------------------------	----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1a. Gambar pasien sebelum operasi larynx	1
Gambar 1b. Gambar pasien setelah operasi larynx	1
Gambar 2. Perangkat wicara manusia	7
Gambar 3. Neuron sel syaraf manusia	10
Gambar 4a. Neuron jaringan syaraf tiruan	10
Gambar 4b. Gambar detail satu buah neuron dalam JST	10
Gambar 5. Single layer feed forward	11
Gambar 6. Multi layer feed forward	11
Gambar 7. Road Map Penelitian	15
Gambar 8. Gambaran global perancangan sistem Alat Bantu Wicara Bagi Pasien Tuna larynx	16
Gambar 9. Tahapan-tahapan penelitian Alat Bantu Wicara Bagi Pasien Tuna larynx	16
Gambar 10. Kunjungan ke PWE Jatim	19
Gambar 11. Model penempatan camera untuk pengambilan data	19
Gambar 11. Alat bantu bicara yang di tanam (shunt)	19
Gambar 12, Pengambilan data dengan kamera eksternal	20
Gambar 13, Pengambilan data dengan dentis microcamera	21
Gambar 14, Aktifitas pengambilan data dengan “Endoscopy” di RS Moewardi Surakarta	22
Gambar 15, Contoh hasil perekaman endoscopy (di dalam mulut)	22
Gambar 16, Pengolahan citra dari kedua sumber camera	23
Gambar 17, Flow chart Video processing	24
Gambar 18, Rekaman video yang dijadikan enam (6) buah frame gambar	25
Gambar 19, Setiap frame dijadikan <i>Gray colour</i>	25
Gambar 20, Setiap gambar ditingkatkan intensitas nya	26
Gambar 21, Penyamaan ukuran matriks	26
Gambar 22, Setiap frame dilakukan deteksi tepi	27
Gambar 23, video endoscopy dijadikan frame gambar	27
Gambar 24, Diubah menjadi gray colour	28



Gambar 25, Peningkatan intensitas	28
Gambar 26, Resize 200x200	28
Gambar 27, Deteksi tepi	29
Gambar 28. Training JST untuk pengenalan lafal A	30

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1, Biodata Peneliti	33
Lampiran 2. Berita acara Seminar penelitian HB	40

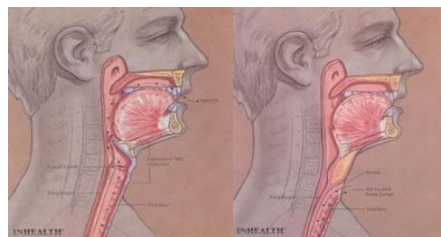
## BAB. I PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Keganasan kanker laring di Rumah Sakit dr Cipto Mangunkusumo menempati urutan ketiga setelah keganasan penyakit telinga, hidung, dan tenggorokan (THT). Jumlah rata-rata keganasan laring di RSCM 25 orang per tahun.[1]. Di luar negeri, keganasan laring menempati urutan pertama. Di *US diprediksi* 8900orang per tahun menderita kanker laring baru. [2]

Penyebab pasti kanker laring sampai saat ini belum diketahui, namun didapatkan beberapa hal yang berhubungan erat dengan terjadinya keganasan laring yaitu: rokok, alkohol, sinar radioaktif, polusi udara radiasi leher dan asbestosis.

*Ostomy* adalah suatu jenis tindakan operasi yang diperlukan dengan membuat lubang (stoma) pada bagian tubuh tertentu. Salah satu macam *ostomy* adalah **Laryngectomy**, yakni operasi yang dilakukan terhadap pasien penderita kanker laring (tenggorokan). Operasi ini akan mengambil bagian tenggorokan yang terkena kanker sampai bersih. Dampak dari operasi ini akan menjadikan **trachea** (saluran yang menghubungkan antara rongga mulut-hidung dengan paru) terpisah dengan eshopagus dan pasien tidak dapat lagi bernapas dengan hidung, melainkan melalui stoma (sebuah lubang di leher pasien).



(a)

(b)

Gambar 1, (a). Gambar pasien sebelum operasi larynx, [3]

(b). Gambar pasien setelah operasi larynx [3]

Pengangkatan laring, otomatis akan mengangkat perangkat suara manusia. Sehingga pasca operasi laring, pasien tidak dapat lagi berbicara (bersuara) sebagaimana sebelumnya. Hal inilah yang menjadikan pukulan berat bagi pasien.

Suara merupakan salah satu alat komunikasi utama manusia. Tanpa suara manusia tidak dapat berbicara yang pada akhirnya, tidak akan dapat lagi menyampaikan kemauannya kepada orang lain secara bebas. Bahasa tubuh atau tulisan yang dapat dilakukan manusia, tentu tetap akan membatasi komunikasi. Karena kecepatan tulisan atau bahasa tubuh tidak secepat dan sejelas bahasa suara.

Berbagai usaha agar para penderita tuna laring dapat kembali berbicara telah dilakukan. Diantaranya melalui wicara esophagus (suara perut), serta munculnya electrolarynx.

Wicara Esofagus, menggunakan saluran makanan setinggi pita suara asli sebagai sumber bunyinya, sedangkan udara penggetarnya adalah udara yang di "telan", namun sebelum masuk ke dalam lambung di dorong kembali ke atas untuk menggetarkan pita suara pengganti. Tapi untuk dapat mahir menggunakan esophagus diperlukan latihan yang tidak mudah. [1]

Electro larynx digunakan dengan cara diletakkan pada dagu bawah. Getaran yang ada di leher akan diubah menjadi suara. Hal yang sangat tidak menggembirakan, suara yang dihasilkan oleh laring buatan ini sangatlah datar. Tidak ada intonasi, sehingga suara yang dihasilkan "mirip robot" dan tidak menarik. [4]. Hal lain yang memprihatinkan, bahwa untuk dapat memilikinya haruslah pesan ke luar negeri dengan harga yang sangat mahal, 9 sd 12 juta rupiah.

Dari uraian di atas, jelaslah diperlukan suatu terobosan agar para penyandang tuna laring bisa berbicara kembali secara mudah dan murah serta dengan hasil suara yang natural. Sistem yang akan dikembangkan dalam riset ini berbasis microcamera yang akan memodelkan bentuk mulut ketika menghasilkan suara. Selanjutnya model dari mulut ini digunakan untuk membangkitkan suara bagi para pasien tuna larynx.

## **B. Tujuan Khusus**

Tujuan khusus penelitian ini adalah :

- Mendapatkan system Alat bantu bicara yang akan membantu para penyandang tuna laring dapat berbicara kembali. Sistem ini dibangun berbasis microcamera.

### **C. Keutamaan Penelitian**

Suara merupakan salah satu alat komunikasi utama manusia. Tanpa suara manusia tidak dapat berbicara yang pada akhirnya, tidak akan dapat lagi menyampaikan kemauannya kepada orang lain secara bebas. Bahasa tubuh atau tulis yang dapat dilakukan manusia, tentu tetap akan membatasi komunikasi. Karena kecepatan tulis atau bahasa tubuh tidak secepat dan sejelas bahasa suara. Ketika seseorang terserang kanker ganas laring, yang pada akhirnya harus dilakukan operasi/pengangkatan pada laring tersebut, hal ini akan menyebabkan hilangnya kemampuannya untuk berbicara. Tentu saja hal ini merupakan pukulan yang sangat berat.

Penelitian ini dimaksudkan untuk membantu orang yang tidak bisa berbicara (setelah pita suaranya diangkat) agar dapat berbicara kembali. Kebanyakan pasien tuna laring mengalami depresi terkait suaranya yang hilang. Dari sini dapat dikatakan bahwa penelitian ini mempunyai nilai kepedulian sosial yang luar biasanya tinggi nya. Diharapkan dengan alat bantu bicara ini mereka akan mempunyai rasa percaya diri yang tinggi, yang pada akhirnya mereka akan bisa hidup normal sebagaimana sebelum mereka kehilangan pita suaranya. Ketika teknologi diaplikasikan untuk kepedulian dan membantu yang lemah, secara hakiki tentu ini akan jauh lebih bermanfaat. Sistem ini akan menjadikan harapan mereka (para penyandang tuna laring) untuk dapat berbicara kembali terwujud. Nilai-nilai kepedulian sosial yang seperti inilah yang akan memperkokoh persatuan dan kesatuan bangsa, yang merupakan modal pembangunan yang sangat penting.

Penelitian ini dilakukan di UNY dan ITS. Disamping dua lembaga pendidikan, tim juga sudah menjalin link dengan RS dr Soetomo Surabaya, dan RSCM Jakarta. Tim peneliti sudah melakukan pengambilan data awal di kedua RS tersebut (bertemu dengan anggota paguyuban tuna larynx) . Hal yang lebih menarik dan menguatkan, tim peneliti juga telah mempunyai Link dengan Biomedical Engineering department, University of Groningen Netherland, yang juga konsen terhadap para pasien tuna laring. Pada bulan Nopember 2010 peneliti pernah melakukan diskusi dengan Prof G.J verkerke dari University of Groningen, saat beliau berkunjung ke Indonesia.

Sistem yang akan dikembangkan dalam penelitian ini berbasis microcamera. Microcamera akan mendeteksi perubahan bentuk/cavity dari mulut. Selanjutnya dari pembacaan bentuk mulut, akan dibangkitkan suara manusia buatan. Dari tinjauan IPTEK, tentu hal ini akan memberikan sumbangan kemajuan teknologi yang tidak sedikit.

## **BAB II. STUDI PUSTAKA**

### **A. ANATOMI PERNAPASAN MANUSIA**

#### **Hidung dan mulut**

Normalnya, manusia akan berusaha bernapas melalui hidung, dan pada keadaan tertentu akan bernapas melalui mulut. Udara yang masuk akan mengalami proses penghangatan dan pelembapan. Pada korban yang tidak sadar, lidah akan terjatuh kebelakang rongga mulut. hal ini dapat menyebabkan gangguan pada airway. Lidah pada bayi lebih besar secara relatif sehingga lebih mudah menyumbat airway.

#### **Faring**

Kalau kita membuka mulut lebar-lebar, maka akan terlihat suatu ruangan pada dinding belakang, yang dikenal sebagai faring. Udara dari hidung dan mulut, serta makanan dari mulut harus melalui faring ini. Udara dari mulut masuk melalui lubang mulut ke faring yang dikenal sebagai orofaring. Udara yang masuk melalui hidung akan ke bagian faring yang dinamakan nasofaring. Pada bagian bawah, faring terbagi menjadi dua saluran. Saluran pertama disebut sebagai esofagus (kerongkongan) yang merupakan jalur masuk makanan ke lambung. Saluran kedua disebut sebagai laring (tenggorokan), yang merupakan jalur pernapasan dan akan bersambungan dengan paru.

#### **Epiglottis**

Trakea dilindungi oleh sebuah flap berbentuk daun yang berukuran kecil yang dinamakan epiglottis. Normalnya, epiglottis menutup laring pada saat makanan atau minuman masuk melalui mulut, sehingga akan diteruskan ke esofagus. Tetapi, pada keadaan tertentu seperti trauma atau penyakit, refleks ini tidak dapat berjalan sebagaimana mestinya, sehingga dapat terjadi masuknya benda padat atau cair ke laring yang dapat mengakibatkan tersedak.

#### **Laring dan trakea**

Laring adalah bagian paling pertama dari saluran pernapasan. Pada bagian ini terletak pita suara. Setelah melalui laring, udara akan melalui

trakea. Pada bayi, trakea berukuran lebih kecil, sehingga tindakan mendongakan kepala secara berlebihan (hiperekstensi) akan menyebabkan sumbatan pada airway.

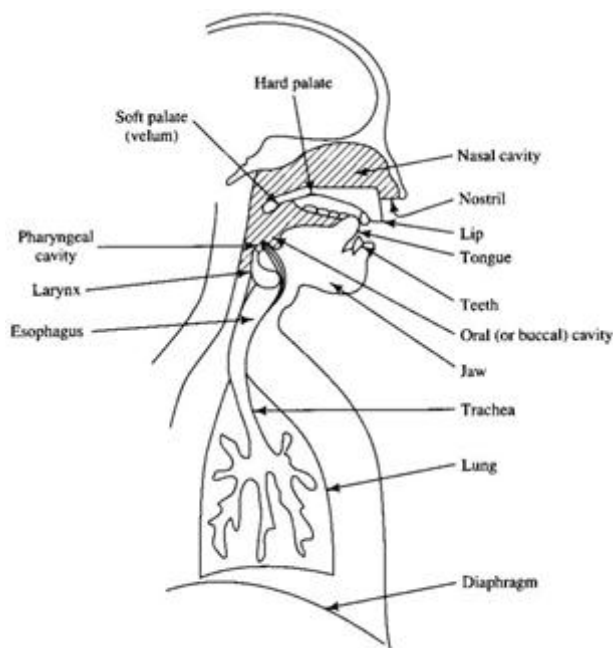
### **Bronkus dan paru**

Ujung bawah trakea akan bercabang menjadi dua, yaitu bronkus kanan dan bronkus kiri. Setiap bronkus akan terbagi-bagi lagi menjadi bagian yang lebih kecil yang disebut bronkiolus. Dapat dibayangkan seperti ranting-ranting dan cabang-cabangnya pada sebuah pohon. Pada ujung terakhir, ada yang disebut alveolus. Pada alveolus akan terjadi pertukaran oksigen dengan karbondioksida.

## **B. SUARA MANUSIA**

Sanneck (2000) menjelaskan bahwa sinyal suara bersifat tidak stasioner atau time invariant dan diasumsikan sebagai sinyal quasi-periodic di dalam perioda waktu yang singkat sehingga sulit untuk dapat diprediksikan secara tepat. Secara umum sinyal suara dibedakan ke dalam dua jenis yaitu i) suara voiced dan ii) suara unvoiced. Fellbaum menjelaskan bahwa suara manusia dihasilkan oleh perpaduan antara paru-paru, katup tenggorokan (epiglottis) dengan pita suara (vocal cord), dan artikulasi yang diakibatkan oleh adanya rongga mulut (mouth cavity) dan rongga hidung (nose cavity)[5].





Gambar 2, Perangkat wicara manusia [6]

Proses produksi **suara** pada manusia dapat dibagi menjadi tiga buah proses fisiologis, yaitu : pembentukan aliran udara dari paru-paru, perubahan aliran udara dari paru-paru menjadi suara, baik *voiced*, maupun *unvoiced* yang dikenal dengan istilah *phonation*, dan artikulasi yaitu proses modulasi/ pengaturan suara menjadi bunyi yang spesifik.

Organ tubuh yang terlibat pada proses produksi suara adalah : paru-paru, tenggorokan (*trachea*), laring (*larynx*), faring (*pharynx*), pita suara (*vocal cord*), rongga mulut (*oral cavity*), rongga hidung (*nasal cavity*), lidah (*tongue*), dan bibir (*lips*), seperti dapat dilihat pada gambar diatas! [6]

Organ tubuh ini dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian utama, yaitu : *vocal tract* (berawal di awal bukaan pita suara atau glottis, dan berakhir di bibir), *nasal tract* (dari velum sampai nostril), dan *source generator* (terdiri dari paru-paru, tenggorokan, dan *larynx*). Ukuran *vocal tract* bervariasi untuk setiap individu, namun untuk laki-laki dewasa rata-rata panjangnya sekitar 17 cm. Luas dari *vocal tract* juga bervariasi antara 0 (ketika seluruhnya tertutup) hingga sekitar 20 cm<sup>2</sup>. Ketika *velum*, organ yang memiliki fungsi sebagai pintu penghubung antara *vocal tract* dengan *nasal*

*tract*, terbuka, maka secara akustik *nasal tract* akan bergandengan dengan *vocal tract* untuk menghasilkan suara *nasal*.

Aliran udara yang dihasilkan dorongan otot paru-paru bersifat konstan. Ketika pita suara dalam keadaan berkontraksi, aliran udara yang lewat membuatnya bergetar. Aliran udara tersebut dipotong-potong oleh gerakan pita suara menjadi sinyal pulsa yang bersifat *quasi-periodik*. Sinyal pulsa tersebut kemudian mengalami modulasi frekuensi ketika melewati *pharynx*, rongga mulut ataupun pada rongga hidung. Sinyal suara yang dihasilkan pada proses ini dinamakan sinyal *voiced*. Namun, apabila pita suara dalam keadaan relaksasi, maka aliran udara akan berusaha melewati celah sempit pada permulaan *vocal tract* sehingga alirannya menjadi turbulen, proses ini akan menghasilkan sinyal *unvoiced*. Ketika sumber suara melalui *vocal tract*, kandungan frekuensinya mengalami modulasi sehingga terjadi resonansi pada *vocal tract* yang disebut *formants*. Apabila sinyal suara yang dihasilkan adalah sinyal *voiced*, terutama vokal, maka pada selang waktu yang singkat bentuk *vocal tract* relative konstan (berubah secara lambat) sehingga bentuk *vocal tract* dapat diperkirakan dari bentuk spektral sinyal *voiced*.

Aliran udara yang melewati pita suara dapat dibedakan menjadi *phonation*, bisikan, *frication*, kompresi, vibrasi ataupun kombinasi diantaranya. *Phonatedexcitation* terjadi bila aliran udara dimodulasi oleh pita suara. *Whispered excitation* dihasilkan oleh aliran udara yang bergerak cepat masuk ke dalam lorong bukaan segitiga kecil antara *arytenoids cartilage* di belakang pita suara yang hampir tertutup. *Frication excitation* dihasilkan oleh desakan di *vocal tract*. *Compressionexcitation* dihasilkan akibat pelepasan udara melalui *vocal tract* yang tertutup dengan tekanan tinggi. *Vibration excitation* disebabkan oleh udara yang dipaksa memasuki rusang selain pita suara, khususnya lidah. Suara yang dihasilkan oleh *Phonatedexcitation* disebut *voiced*. Suara yang dihasilkan oleh *Phonatedexcitation* ditambah *frication* disebut *mixedvoiced*, sedangkan yang dihasilkan oleh selain itu disebut *unvoiced*. Karakteristik suara tiap individu bersifat unik karena terdapat perbedaan dalam hal panjang maupun bentuk *vocal tract*.

### **C. IMAGE PROCESSING**

Pengolahan citra merupakan proses pengolahan dan analisis citra yang banyak melibatkan persepsi visual. Proses ini mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran yang berbentuk citra. Istilah pengolahan citra digital secara umum didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan komputer. Dalam definisi yang lebih luas, pengolahan citra digital juga mencakup semua data dua dimensi. Citra digital adalah barisan bilangan nyata maupun kompleks yang diwakili oleh bit-bit tertentu. [7]

Umumnya citra digital berbentuk persegi panjang atau bujur sangkar (pada beberapa sistem pencitraan ada pula yang berbentuk segienam) yang memiliki lebar dan tinggi tertentu. Ukuran ini biasanya dinyatakan dalam banyaknya titik atau piksel sehingga ukuran citra selalu bernilai bulat. Setiap titik memiliki koordinat sesuai posisinya dalam citra. Koordinat ini biasanya dinyatakan dalam bilangan bulat positif, yang dapat dimulai dari 0 atau 1 tergantung pada sistem yang digunakan. Setiap titik juga memiliki nilai berupa angka digital yang merepresentasikan informasi yang diwakili oleh titik tersebut.

Format data citra digital berhubungan erat dengan warna. Pada kebanyakan kasus, terutama untuk keperluan penampilan secara visual, nilai data digital merepresentasikan warna dari citra yang diolah. Format citra digital yang banyak dipakai adalah Citra Biner (monokrom), Citra Skala Keabuan (gray scale), Citra Warna (true color), dan Citra Warna Berindeks.

### **D. Jaringan Syaraf Tiruan**

Sebagaimana dengan namanya jaringan syaraf tiruan (artificial neural network) mengadopsi pola kerja otak manusia yang mempunyai ribuan sel syaraf, yang disebut neuron. System ini bisa dikatakan memiliki processor yang sangat banyak dan terdistribusi secara paralel (mewakili neuron). Masing-masing processor (neuron) dapat menyimpan "pengetahuan" sebagai hasil belajarnya, yang akan dapat dimanfaatkan untuk mengambil keputusan pada masa-masa datang. Perbandingan sel syaraf otak manusia dengan

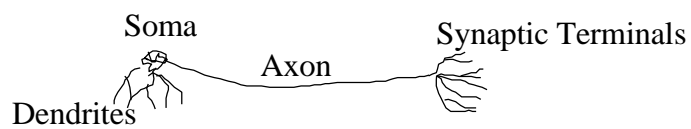
arsitektur jaringan syaraf tiruan dapat dilihat pada gambar 3 dan 4a. Lebih detail, gambaran satu buah neuron dalam perancangan jaringan syaraf tiruan dapat dilihat pada gambar 4b, dimana :

P = pola input

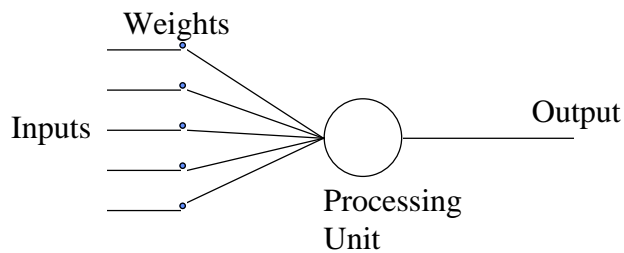
W = pola bobot

F = Fungsi aktivasi dari sistem

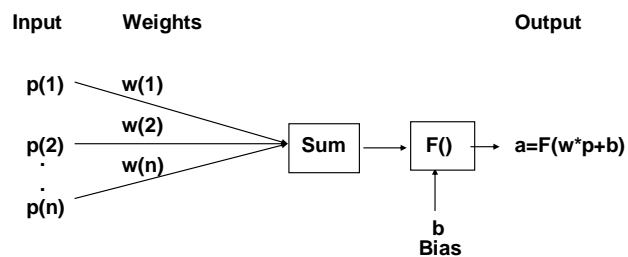
$$A = F [W * p + b]$$



Gambar 3. Neuron sel syaraf manusia

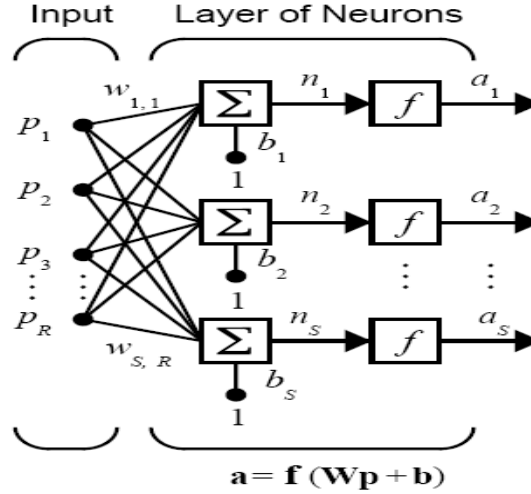


Gambar 4a. Neuron jaringan syaraf tiruan



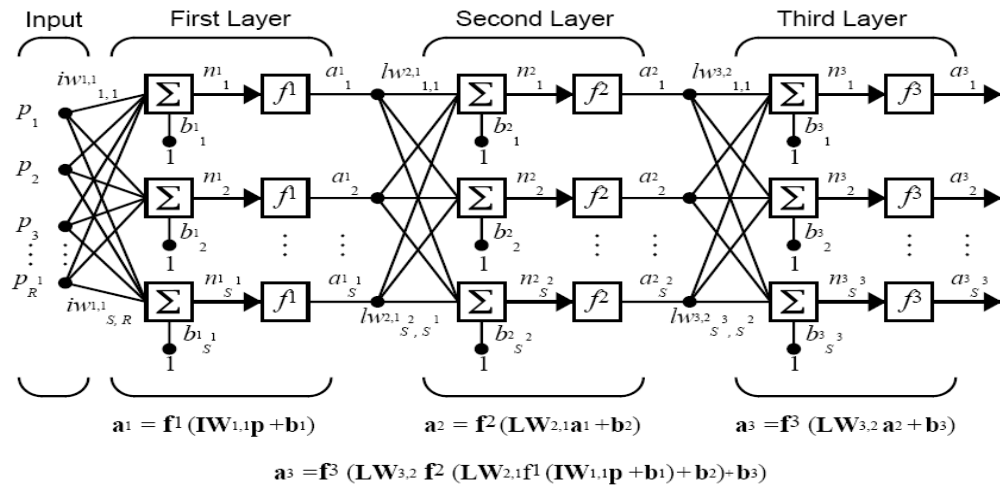
Gambar 4b. Gambar detail satu buah neuron dalam JST

Output dari neuron diperoleh dari mengalikan input dengan bobot ditambah dengan bias, selanjutnya dimasukkan ke dalam fungsi aktivasi. Bobot dan bias diperoleh proses pembelajaran. Sedangkan fungsi aktivasi menyesuaikan dengan model neuron yang dipilih.



Gambar 5. Single layer feed forward

Sel syaraf otak manusia, terdapat ribuan neuron. Begitu pula dalam perancangan jaringan syaraf tiruan, bisa terdiri dari banyak neuron. Neuron-neuron tersebut bisa berada dalam satu layer maupun multi layer. Hubungan satu neuron dengan neuron yang lainnya, bisa semuanya terhubung maju (feed forward), tapi ada juga yang terhubung balik ke belakang (return/backward). Lebih jelas akan hal ini dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Multi layer feed forward

Sebagaimana telah di singung di atas, jaringan syaraf tiruan mengadopsi pola kerja sel syaraf otak manusia. System ini punya kemampuan bisa belajar dan beradaptasi dari lingkungan yang ada. Proses belajar pada JST pada hakikatnya adalah proses mencari nilai bobot ( $W$ ) dan bias ( $b$ ) yang tepat bagi system. Secara umum proses tersebut dipeoleh dari:

$$\begin{aligned}\mathbf{w}_{kj}(\mathbf{n} + 1) &= \mathbf{w}_{kj}(\mathbf{n}) + \Delta \mathbf{w}_{kj}(\mathbf{n}) \\ \mathbf{b}_{kj}(\mathbf{n} + 1) &= \mathbf{b}_{kj}(\mathbf{n}) + \Delta \mathbf{b}_{kj}(\mathbf{n})\end{aligned}$$

Bobot dan bias setelah belajar, diperoleh dari bobot dan bias sebelum belajar ditambahkan dengan delta hasil pembelajaran.

Dalam perancangan JST, secara umum ada empat macam algoritma pembelajaran: *Hebbian learning*, *error correction*, *competitive learning*, dan *Boltzma learning*. Salah satu algoritma error correction yang sangat terkeal adalah **Back Propagation**, yakni melakukan perhitungan bobot dan bias melalui koreksi kesalahan. Koreksi ini berjalan mundur berawal dari menghitung kesalahan pada output, lalu mundur ke layer-layer sebelumnya sampai dengan layer input.

Sementara itu paradigma pembelajaran bisa berbentuk : *Supervised learning* (belajar dengan guru/supervisi), *unsupervised learning* (tanpa guru/supervisi), dan *reinforcement*.

### **BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

#### **A. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah :Merancang bangun sistem Alat bantu bicara yang akan membantu para penyandang tuna laring agar dapat berbicara kembali. Sistem dibangun berbasis microcamera.

#### **B. Manfaat Penelitian**

Suara merupakan salah satu alat komunikasi utama manusia. Tanpa suara manusia tidak dapat berbicara yang pada akhirnya, tidak akan dapat lagi menyampaikan kemauannya kepada orang lain secara bebas. Bahasa tubuh atau tulis yang dapat dilakukan manusia, tentu tetap akan membatasi komunikasi. Karena kecepatan tulis atau bahasa tubuh tidak secepat dan sejelas bahasa suara.

Ketika seseorang terserang kanker ganas laring, yang pada akhirnya harus dilakukan operasi/pengangkatan pada laring tersebut, hal ini akan menyebabkan hilangnya kemampuannya untuk berbicara. Tentu saja hal ini merupakan pukulan yang sangat berat.

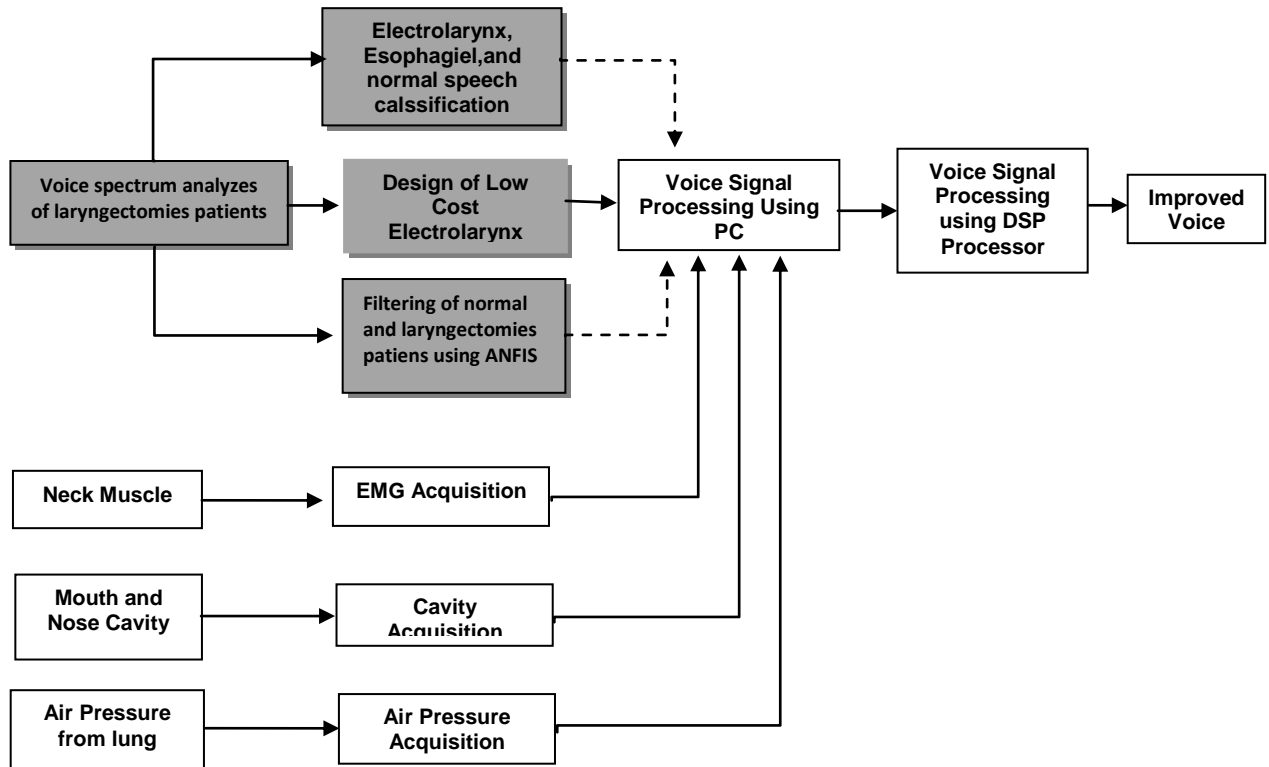
Penelitian ini dimaksudkan untuk membantu orang yang tidak bisa berbicara (setelah pita suaranya diangkat) agar dapat berbicara kembali. Kebanyakan pasien tuna laring mengalami depresi terkait suaranya yang hilang. Dari sini dapat dikatakan bahwa penelitian ini mempunyai nilai kepedulian sosial yang luar biasanya tinggi nya. Diharapkan dengan alat bantu bicara ini mereka akan mempunyai rasa percaya diri yang tinggi, yang pada akhirnya mereka akan bisa hidup normal sebagaimana sebelum mereka kehilangan pita suaranya. Ketika teknologi diaplikasikan untuk kepedulian dan membantu yang lemah, secara hakiki tentu ini akan jauh lebih bermanfaat. Sistem ini akan menjadikan harapan mereka (para penyandang tuna laring) untuk dapat berbicara kembali terwujud. Nilai-nilai kepedulian sosial yang seperti inilah yang akan memperkokoh persatuan dan kesatuan bangsa, yang merupakan modal pembangunan yang sangat penting.

Sistem yang akan dikembangkan dalam penelitian ini berbasis microcamera. Microcamera akan mendeteksi perubahan bentuk/cavity dari mulut. Selanjutnya dari pembacaan bentuk mulut, akan dibangkitkan suara manusia buatan. Dari tinjauan IPTEK, tentu hal ini akan memberikan sumbangan kemajuan teknologi yang tidak sedikit di tanah air khususnya, dan ditingkat International secara umum.



## BAB IV. METODE PENELITIAN

Secara global road map dari penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah.

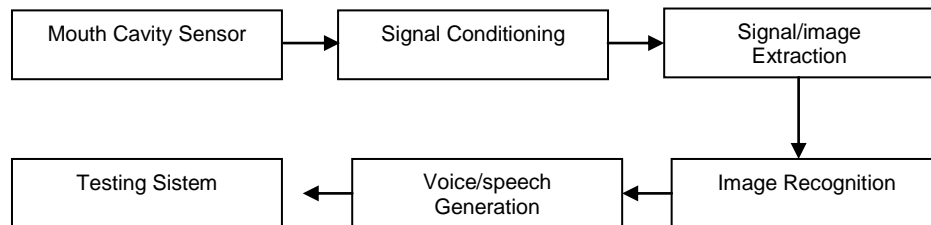


Gambar 7, Road Map Penelitian

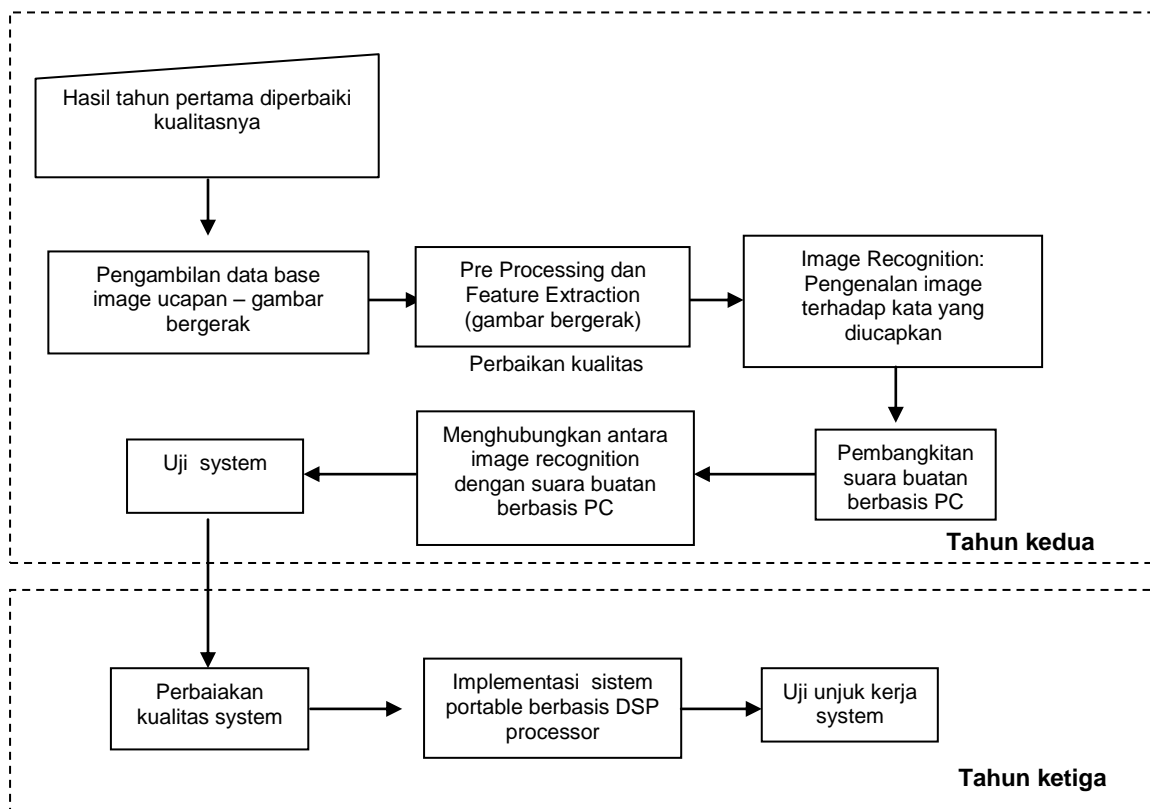
Beberapa bagian dari road map telah dilakukan dalam penelitian-penelitian pendahulu oleh tim pengusul. Penelitian yang telah dilakukan, dapat dilihat pada gambar road map yang diarsir, yakni meliputi:

- Design of low cost electro larynx, by: Tantra, Tri Arief Sardjono [4]
- Voice spectrum analyzes of laryngectomies patients, by: Tri Arief Sardjono[8]
- Electro Larynx, Esophagus, and Normal Speech Classification, by: Fatchul Arifin, Tri Arief, Mauridhy Hery [9]
- Filtering of normal and laryngectomies patiens using ANFIS, by: Andy Noortjahja, Tri Arief, Mauridhy Hery.[10]

Dalam penelitian yang diusulkan ini akan difokuskan pada pengaruh mouth cavity terhadap artikulasi suara manusia. Penelitian akan dilaksanakan dengan metode R & D (Research and development). Gambaran sistem yang akan dikembangkan dalam penelitian ini dapat digambarkan sebagaimana gambar 8.



Gambar 8, Gambaran global perancangan sistem Alat Bantu Wicara Bagi Pasien Tuna larynx



Gambar 9, Tahapan-tahapan penelitian Alat Bantu Wicara Bagi Pasien Tuna larynx untuk tahun ke 2 dan tahun ke 3

Pergerakan/perubahan bentuk mulut ketika mengucapkan suatu kata-kata tertentu akan direkam melalui *oral microcamera*. Hasil perekaman sekian banyak jenis kata dari sejumlah relawan akan disimpan dalam data base. Kemudian signal image hasil perekaman akan dikondisikan dan di ekstrak *feature* khas nya. Selanjutnya akan dibangun system image recognition untuk mengenali suatu gambar berkorelasi dengan suatu ucapan tertentu. Tahap berikutnya akan membangkitkan system pembangkit suara buatan. Tahap selanjutnya Antara image recognition dengan system pembangkitkan suara buatan akan dikoneksikan, sehingga ketika kamera merekam suatu bentuk tertentu, maka system pembangkit suara buatan akan dapat mengeluarkan suara tertentu sebagaimana yang dikehendaki.

Pada tahun pertama telah didesain interfacing micro-camera dan telah dikenali gambar diam (mulut cavity) terhadap lafal ucapan tertentu. Pada tahun kedua, hasil yang telah diperoleh akan diperbaiki kualitasnya. Selanjutnya akan diambil data base untuk gambar bergerak. Pada tahun kedua juga akan membangkitkan *voice generator* yang akan meniru ucapan manusia. Langkah detail dari tahun ke 2, sekaligus rencana tahun ke tiga dapat dilihat pada gambar 9. Tahapan tahun kedua dapat di jelaskan sebagai berikut.

**a) Perbaiki kualitas system**

Hasil yang telah diperoleh pada tahun pertama (image-voice recognition) ditingkatkan kualitasnya.

**b) Pengambilan data base video / gambar bergerak. Dilakukan pengambilan data tambahan, dan difokuskan pada gambar bergerak**

**c) Pre-processing dan feature extraction dari gambar bergerak**

**d) Image recognition gambar bergerak**

**e) Pembangkitan Suara buatan**

Pada tahap ini akan membangkitkan suara manusia buatan. Suara akan didapatkan dari data base. Dengan bantuan system cerdas, diharapkan akan dapat membangkitkan suara sebagaimana yang dikehendaki. Di tahun II ini development system berbasis PC

**f) Koneksi antara Image recognition dengan Suara Buatan**

Selanjutnya suara buatan yang telah berhasil membangkitkan akan dilingkan dengan image processing yang telah dapat dikenali.

**g) Uji Unjuk Kerja system**

Pada tahap ini akan dilakukan uji unjuk kerja system, apakah sistem dapat mengenali dan mengeluarkan suara sebagaimana yang diharapkan ataukah tidak.

## **BAB V. PELAKSANAAN PENELITIAN**

### **A. Persiapan**

Agar penelitian ini dapat berjalan dengan baik maka dilakukan beberapa koordinasi didalam internal tim peneliti. Diantara koordinasi yang dilakukan adalah dilakukannya perubahan posisi tim peneliti, hal ini dikarenakan ketua peneliti pada tahun I (Fatchul Arifin) sedangkan melaksanakan studi lanjut S3. Agar penelitian dapat berjalan dengan lancar ketua peneliti pada tahun II diambil alih oleh Sigit Yatmono.

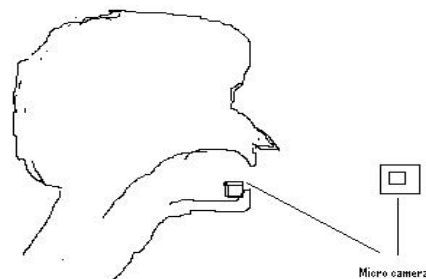
Beberapa hasil yang telah dicapai pada tahun I:

- Survey/pengambilan data awal ke RSCM Jakarta / RS Dr Soetomo Surabaya.



Gambar 10, Kunjungan ke Paguyuban Jatim

- Dilakukan perancangan posisi microcamera dalam pengambilan data



Gambar 11. Model penempatan camera untuk pengambilan data

- Dilakukan pengambilan data dan dilakukan pengenalan terhadap gambar ucapan vocal AIEOU. Hasilnya didapatkan kebenaran pengnalan 78 %

## **B. Pelaksanaan Penelitian**

Sampai dengan awal september tahun 2012, hal hal yang telah dilakukan oleh peneliti:

- a) Pengambilan data base video / gambar bergerak.

Ada dua macam pengambilan data.

1. Melalui kamera eksternal di depan bibir (WebCam)

Ada dua orang relawan yang diambil datannya (rekaman video).Masing masing relawan mengucapkan beberapa kalimat pendek yang diulang diulang (7x pengulangan). Kalimat pendek tersebut adalah:

- Kali
- Meja
- Sapu

Gambar pengambilan data dapat dilihat dibawah



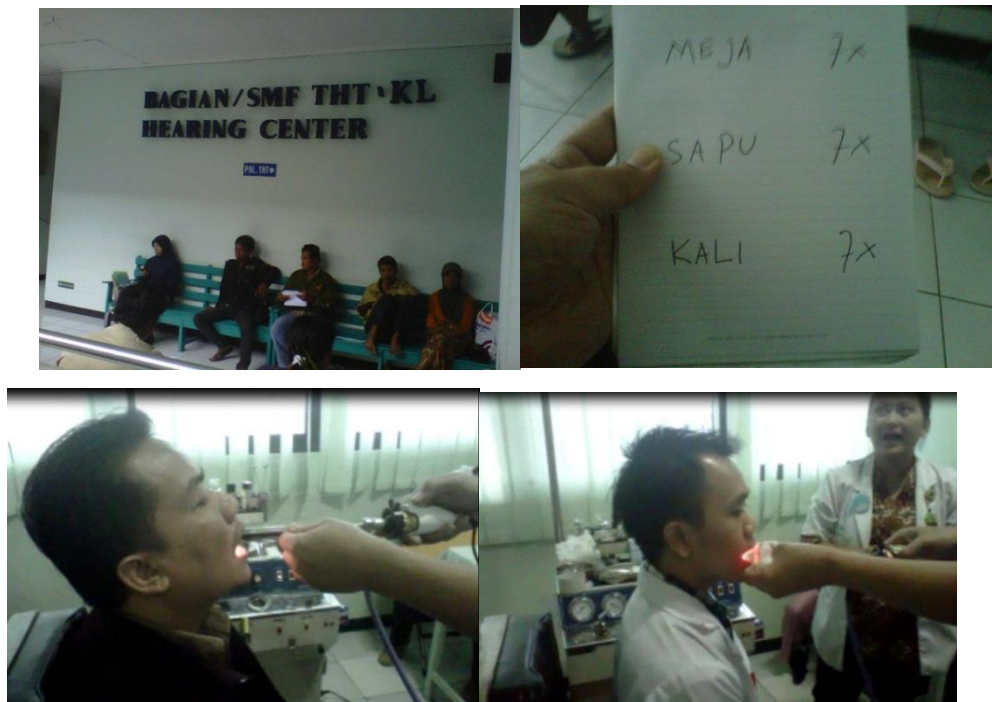
Gambar 12, Pengambilan data dengan kamera eksternal

2. Melalui microcamera yang di dalam mulut. Data diambil dengan dentist microcamera.

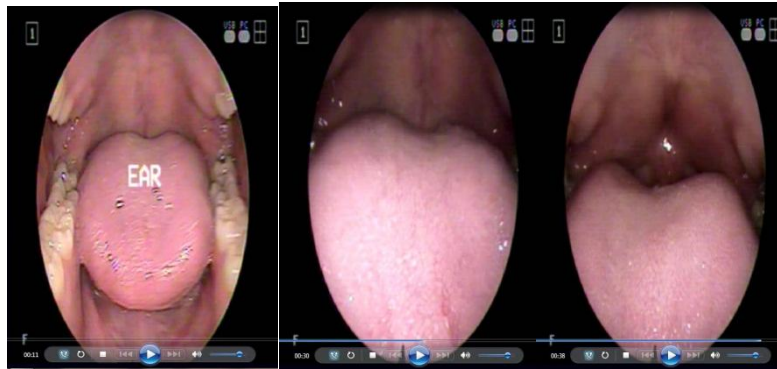


Gambar 13, Pengambilan data dengan dentis microcamera

Akan tetapi dirasakan bahwa keberadaan dentist microcamera ini cukup mengganggu dalam pengucapan lafal tertentu. Oleh karena itu pada tahun kedua ini dicoba untuk mengambil data menggunakan camera endoscopy (alat untuk meneropong organ dalam tubuh manusia) yang ada di Rumah sakit dr. Moewardi Surakarta (surat ijin pengambilan data terlampir). Beberapa aktifitas pengambilan datanya dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 14, Aktifitas pengambilan data dengan “Endoscopy” di RS Moewardi Surakarta

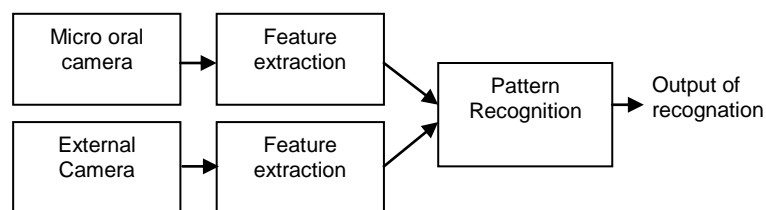


Gambar 15, Contoh hasil perekaman endoscopy (di dalam mulut)

#### b) Ekstraksi fitur data video (Feature Extraction)

Setelah data direkam, selanjutnya akan dilakukan pengolahan. Pengolahan citra dari kedua sumber image (External camera dan micro oral Camera) dapat dilihat seperti pada gambar 16. Pada tahap awal masing masing video diolah sendiri sendiri. Setelah didapatkan feature nya data dari kedua kamera digabungkan untuk selanjutnya diolah melalui Neural Network.

Sedangkan detail langkah langkah yang dilakukan dalam pengolahan citra dapat digambarkan sebagai algoritma/flow chart seperti pada gambar 17.



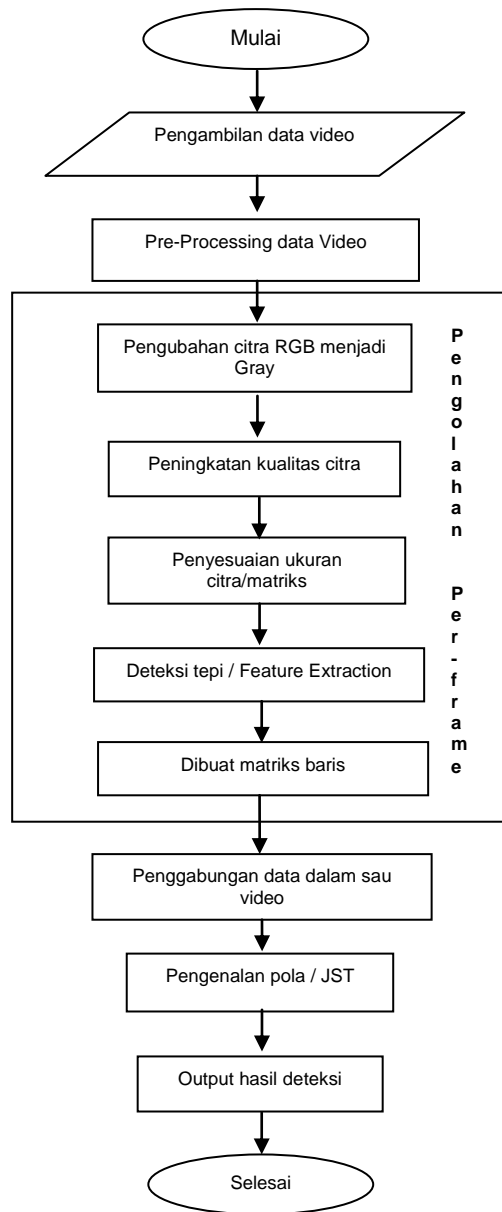
Gambar 16, Pengolahan citra dari kedua sumber camera

#### a. Preprocessing data video

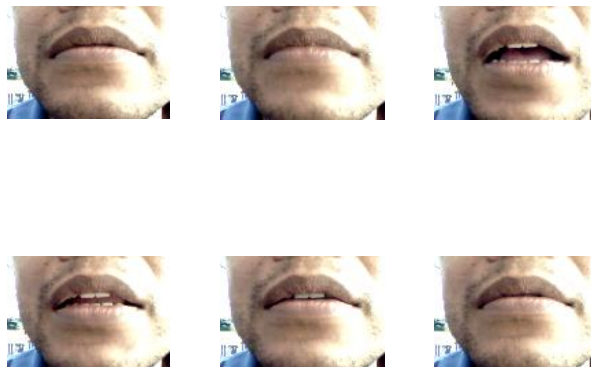
Pada tahap ini video yang telah direkam dipotong potong sesuai dengan kalimat yang diharapkan. Perekaman video yang dilakukan mempunyai kecepatan 25 f/s. Artinya dalam satu detik direkam 25 frame gambar. Pada tahap akan disederhanakan dalam tiap detik diambil tiga buah frame saja. Karena rata rata durasi satu buah video



adalah 2 detik maka akan diambil 6 buah frame. Contoh pengambilan frame dari sebuah video nya dapat dilihat pada gambar 18.



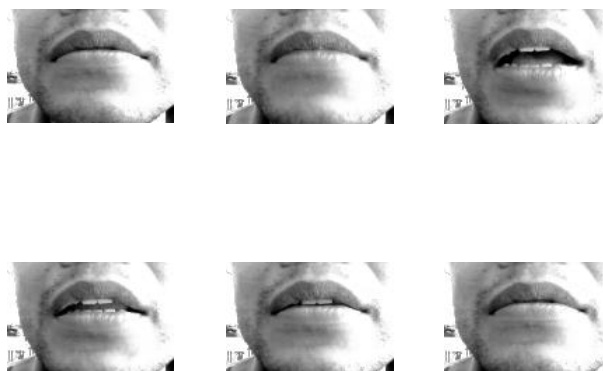
Gambar 17, Flow chart Video processing



Gambar 18, Rekaman video yang dijadikan enam (6) buah frame gambar

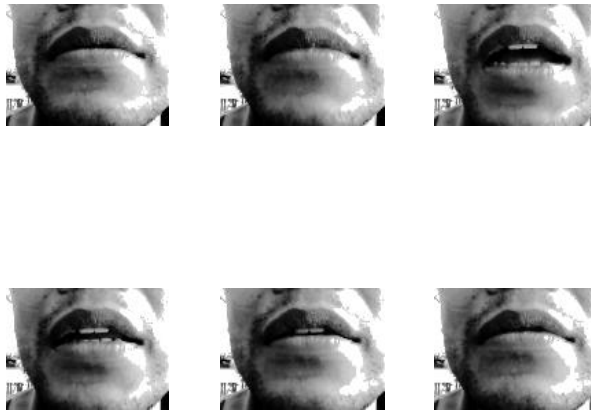
b. Pemrosesan citra gambar per frame

Selanjutnya akan dilakukan proses perubahan gambar tiap frame nya. Semula gambar dalam format warna (RGB) diubah ke dalam format gray. Contoh hasil perubahan warna RGB menjadi gray dapat dilihat pada gambar 19.



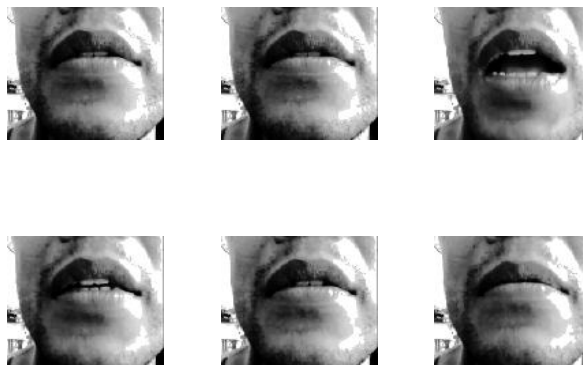
Gambar 19, Setiap frame dijadikan *Gray colour*

Gambar gray yang didapat ditingkatkan intensitas, sehingga ke kontrasan gambar akan bertambah. Hasil peningkatan intensitas dapat dilihat pada gambar 20.



Gambar 20, Setiap gambar ditingkatkan intensitas nya

Untuk membuat gambar perframe mempunyai ukuran yang sama maka dilakukan perubahan ukuran pixel. Pada penelitian ini ukuran pixel per frame diratakan menjadi 200x200. Penampakan gambar tidak jauh beda dengan sebelumnya. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 21.



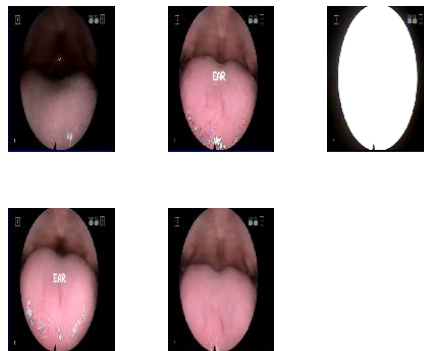
Gambar 21, Penyamaan ukuran matriks

Selanjutnya tiap frame dilakukan deteksi tepi dengan model prewit. Hasil dari deteksi tepi dapat dilihat pada gambar 22.

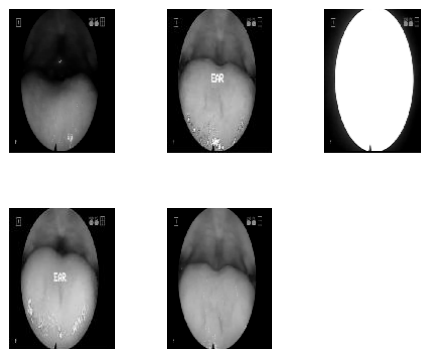


Gambar 22, Setiap frame dilakukan deteksi tepi

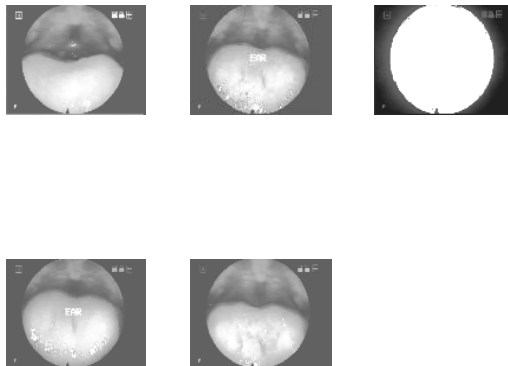
Sedangkan proses yang sama untuk intra oral camera / endoscopy dapat dilihat pada gambar 23 sampai dengan gambar 27.



Gambar 23, video endoscopy dijadikan frame gambar

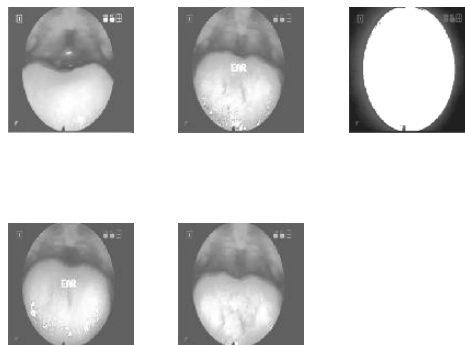


Gambar24, Diubah menjadi gray colour

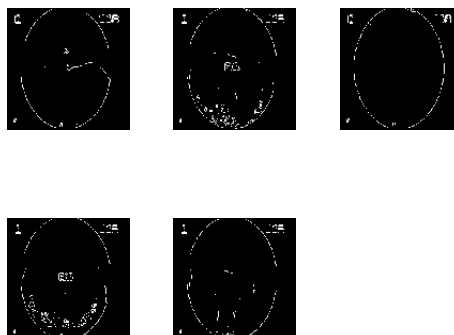


Gambar 25, Peningkatan intensitas

-



Gambar 26, Resize 200x200



Gambar 27, Deteksi tepi

Langkah berikutnya matriks gambar dari masing masing frame dijadikan matriks baris. Akhirnya seluruh matriks dari tiap frame dalam satu buah video digabungkan. Data ini lah yang nantinya akan dimasukkan dalam *Neural Network* untuk dikenali polanya.

### c) **Pengenalan Pola (Pattern Recognition)**

Setelah citra diambil feature khasnya, selanjutnya data data ini akan diolah dalam pattern recognition. Tahapan ini diharapkan akan dapat mengenali pola citra yang akan bersesuaian dengan lafal kalimat tertentu.

Banyak metode yang digunakan untuk pengenalan pola. Salah satu cara yang paling populer adalah Artificial Neural Network-ANN (Jaringan Syaraf tiruan-JST). Sebelum system digunakan untuk mengenali pola, JST harus dilakukan pembelajaran. Setelah system memahami pola dari citra barulah system akan digunakan untuk pengenalan pola yang sesungguhnya. Oleh karena itu data citra yang telah direkam, sebagian akan digunakan sebagai media pembelajaran (training set), dan sebagian lagi akan digunakan untuk test/uji unjuk kerja system.

Di dalam penelitian ini, diambil sample pengenalan tiga macam kalimat yakni : “Kali, Meja, dan Sapu”. Jaringan Syarat Tiruan (JST) dirancang empat layer yakni: input layer, dua buah hidden layer serta satu buah output layer. Jumlah neuron pada masing masing layer:

- Inpu layer = jumlah pixel dari citra video (200x200)x6
- Hidden layer 1 = 8 neuron
- Hidden Layer 2 = 4 neuron
- Output layer = 1 neuron

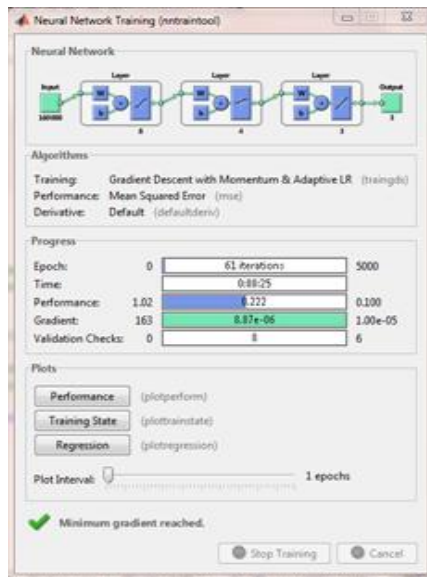
Sedangkan fungsi atktifasi yang digunakan

- Hidden layer 1 = tansig
- Hidden layer 2 = logsig
- Output layer = purelin

Parameter yang digunakan untuk training set:

```
net.trainParam.goal = 0.0001;  
net.trainParam.epochs = 500;  
net.trainParam.lr = 0.01;
```

Selanjutnya dilakukan training. Gambar training yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 28. Dari gambar tersebut nampak bahwa pada epoch (pengulangan iterasi ke 62) telah didapatkan performance yang diharapkan.



Gambar 28, Training JST untuk pengenalan lafal A

#### d) Pembangkitan suara buatan

Suara buatan di bangkitkan dari data baserekaman suara. Selanjutnya output dari sistem jaringan syaraf tiruan di link-kan dengan data base ini. Ketika jasingan syaraf tiruan menghasilkan output tertentu, output ini akan digunakan untuk memanggil data base suara yang bersesuaian.

Data base yang dibangun untuk sementara berbasis kata (dua suku kata). Kedepan barangkali akan lebih efisiensi jika data base nya berbasis suku kata.

#### e) Hasil Pengujian

Selanjutnya JST yang telah dipadukan dengan data base suara, akan diuji, digunakan untuk mengenali pola yang sesungguhnya. Hasil uji coba untuk pengenalan nya dapat dilihat pada tabel 1

**Tabel 1**  
**Hasil Pengenalan citra**

Video Input		Hasil Pengenalan			Coment
		kali	meja	sapu	
1	Kali1	x			Benar
2	kali2	x			Benar
3	kali3			x	Salah
4	kali4			x	Salah
5	kali5			x	Salah
6	kali6	x			Benar
7	Meja1		x		Benar
8	meja2		x		Benar
9	meja3		x		Benar
10	meja4		x		Benar
11	meja5		x		Benar
12	meja6		x		Benar
13	meja7			x	Salah
14	meja8		x		Benar
15	sapu1			x	Benar
16	sapu2			x	Benar
17	sapu3			x	Benar
18	sapu4			x	Benar
19	sapu5			x	Benar
20	sapu6			x	Benar
21	sapu7			x	Benar

Validitas kebenaran =  $(17/21) \times 100 \% = 81 \%$ .

Dari hasil diatas Nampak didapatkan validitas = 81 %. Hal ini kemungkinan disebabkan dari feature extraction yang kurang optimal. Barangkali ke depan akan lebih bagus jika dilakukan “*attribute filtering*”, dari image per frame nya. Yakni bagaimana semua gambar dihilangkan kecuali hanya bentuk mulut yang ditinggal. Bentuk mulut tiap frame inilah yang akhirnya dikenali.



## BAB VI. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah peneliti lakukan, maka dapat disimpulkan:

1. Di dalam pengambilan data video, penempatan camera, sudut perekaman, jarak perekaman dan pencahayaan sangat mempengaruhi hasil penelitian data.
2. Pengolahan video dilakukan dengan memecah data hasil perekaman menjadi beberapa buah frame gambar diam. Selanjutnya masing masing frame citra diam ini diolah dalam beberapa tahap (pengubahan RGB ke Gray, peningkatan kualitas, pengaturan ukuran matriks, serta deteksi tepi). Kemudian data pengolahan dari masing masing frame (dalam sebuah data video) digabungkan. Data inilah yang selanjutnya digunakan sebagai masukan *system pattern recognition*.
3. Sistem telah dibangun. Sebelum dilakukan pengujian, system harus diberikan *training* terlebih dahulu. Setelah training selesai dilakukan barulah system dapat diuji validitasnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa system mempunyai validitas kebenaran 81 %.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Nury Nurdwinuringtyas, 2009, Tanpa pita suara: bicara kembali, Blog spot, Februari,
- [2.] American Cancer Society. -2002 Cancer facts and figures
- [3.] Nopember 2009, [www.webwhispers.org/news/oct2004](http://www.webwhispers.org/news/oct2004),
- [4.] Tantra, Tri arief sardjono, 2009, Design of low cost electro larynx, Tugas Akhir Electro ITS
- [5.] *Fellbaum, K*, 1999, Human-Human Communication and Human-Computer, Interaction by Voice. Lecture on the Seminar "Human Aspects of Telecommunications for Disabled and Older People". Donostia (Spain), 11 June
- [6.] <http://go-kerja.com/proses-produksi-suara-manusia/> (17 april 2010)
- [7.] <http://id.shvoong.com/exact-sciences/physics/1803946-pengolahan-citra-image-processing/> (17 april 2010)
- [8.] Tri Arief Sardjono, 2009, Voice spectrum analyzes of laryngectomies patients
- [9.] Fatchul Arifin, Tri Arief, Hery Mauridhy, 2010, Electro Laring, Esophagus, and Normal Speech Classification, International Conference on Green Computing-AUN/SEED-Net
- [10.] Andy Noortjahja, Tri Arief, Hery Mauridhy. 2010, Filtering of normal and laryngectomies patients using ANFIS, International Conference on Green Computing-AUN/SEED-Net

## LAMPIRAN

### Daftar Riwayat Hidup Peneliti

#### b.1. Ketua Peneliti

##### i. Data Pribadi

Nama : Sigit Yatmono, MT.  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Tempat tanggal Lahir : Pekalongan, January 25 , 2010  
Alamat dan No Telp : Cabakan Asri kav. 16 Sumberadi RT 6/30 Mlati Sleman, Yogyakarta, Indonesia. Pos code : 55284, phone : +6281328323870  
E-mail : [s\\_yatmono@uny.ac.id](mailto:s_yatmono@uny.ac.id) / [s\\_yatmono@yahoo.com](mailto:s_yatmono@yahoo.com)  
Pekerjaan : Academic staff/Lecturer  
University : Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta  
Fakultas : Teknik  
Jurusan : Teknik Elektro

##### ii. Latar Belakang Pendidikan

No.	Name of Institution	Year attended		Degree	Field of Study
		From	To		
1	Diponegoro University	1991	1997	ST	Electrical Engineering
2	Bandung Institute Technology	2001	2004	MT	Electrical Engineering

##### iii. Latar Belakang Akademik

###### 1. Judul Skripsi dan Thesis :

Judul Skripsi Sarjana : Application of microcontroller 8031 as controller of integrated radio – telephone system.

Judul Thesis Magister : Turbo Code in CDMA 2000 systems.

###### 2. Daftar Penelitian dan Posisinya (1. Principal investigator, 2. Member, 3. Consultant, 4. Enumerator, or 5. other)

No.	Year	Project Title	Position
1.	2009	Household Waste Management with Community-Based Electric Composter	2
2.	2007	Accelerated Final Project Completion of FT UNY Electrical Engineering Education Student Through Application of Jiro Kawakita Methods	2
3.	2006	Optimized PC-Based Safety System With Auto Video Capturing and Auto Phone Dialling	2

4.	2005	Peningkatan Prestasi Mata Kuliah Komputer Dasar Mahasiswa D3 TE FT UNY Menggunakan Metode Belajar Berbasis Masalah	1
5.	2004	Achievement Improvement Basic Computer Course of EEDP FT UNY Students Using Problem Based Learning Method	1

1. Daftar Publikasi Ilmiah (di jurnal / seminary proceeding)

No.	Year	Article Title	Journal's name and place of publication
1	2008	Accelerated Final Project Completion of FT UNY Electrical Engineering Education Student Through Application of Jiro Kawakita Methods	Educasi @ Elektro UNY
2	2005	Instructional Multimedia Development of Adaptive Control	SNPTE UNY
3	2007	Modulation Assisted Learning System Based on Computer Simulation Using LabVIEW	Educasi @ Elektro UNY
4	2006	Turbo Code Performance in CDMA 2000 System Using Log MAP decoding algorithm	TSAA Proceeding ITB
6	2005	Turbo Code Performance in CDMA Systems	SEE Proceeding UAD

**iv. Pengalaman Mengajar**

1. Pengalaman mengajar dalam dua tahun terakhir

No.	Course Titles
1	Microprocessor Programming
2	Microcontroller and its application
3	Digital Control
4	Telecommunication System
5	Telemetry

Yogyakarta, 10 Oktober 2012

Sigit Yatmono , S.T., M.T.

**a. Anggota Peneliti 1**

**i. Data Pribadi**

Nama : Fatchul arifin, ST., MT.  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Tempat tanggal Lahir : Tulungagung, 8 Mei 1972  
Alamat dan No Telp : Jl. Bone Timur III No 34b, Rt 01 Rw 2 Banyuanyar, Banjarsari, Surakarta, Centre of Java, Indonesia. Pos code : 57137, phone : +622715874492. Mobile phone : +6285725125326  
E-mail : [fatchul@uny.ac.id](mailto:fatchul@uny.ac.id) / [fatchul\\_ar@yahoo.com](mailto:fatchul_ar@yahoo.com)  
Pekerjaan : Academic staff/Lecturer  
Instansi :  
University : Universitas Negeri Yogyakarta  
Fakultas : Teknik  
Jurusan : Teknik Elektronika

**ii. Latar Belakang Pendidikan**

No.	Name of Institution	Year attended		Degree/Certificate	Field of Study
		From	To		
1	Diponegoro University	1991	1996	ST	Electrical Engineering
2	Bandung Institute Technology	2000	2003	MT	Electrical Engineering

**iii. Latar Belaknag Akademik**

1. Judul Skripsi dan Thesis :

Judul Skripsi Sarjana                      Steering Solar Cell to Sun Position Based on Microcontroller 8031  
Judul Thesis Magister                      Rapid Prototyping of TMS 320C5000 DSP Processor using Simulink/Matlab

1. Daftar Penelitian dan Posisinya (1. Principal investigator, 2. Member, 3. Consultant, 4. Enumerator, or 5. other)

No.	Year	Project Title	Position
1.	2009	ElectroLarynx, Esopahgus, and Normal Speech Classification using Gradient Discent, Gradient discent with momentum and learning rate, and Levenberg-Marquardt Algorithm	1

2.	2009	Modul of Speech Recognition system	3
3.	2009	Modul of Speech pattern Recognition	3
4.	2008	Electronic Nose For detecting of Impure Gasoline	1
5.	2007	Remote Fuzzy Logic Controller Based on WEB	1
6.	2007	Fuzzy Logic Temperature Controller Based on Microcontroller AT89S51	3
7.	2007	System Information Management of Libraries based on SMS	3
8.	2006	Water Gate Controller based on telephone DTMF, 2006	3
9.	2005	Design and Simulation Vehicle Suspension Based on Optimal Control, Funded by DIKTI (DIKS)	1
10.	2005	Fuzzy Logic as Mobile Robot Navigation Controller, Funded By DIKTI	2
11.	2005	Monitoring of Air Pollution based on Microcontroller	3
12.	2004	Classification of Pap Smear result (cancer) based on Artificial Neural Network,	2
13.	2004	Architecture of Soft Switch to Control Communication in Varying of Heterogenic Network, Funded by minister of research and technology	2

3. Daftar Publikasi Ilmiah (di jurnal / seminary proceeding)

No.	Year	Article Title	Journal's name and place of publication
1.	2010	Electrolarynx Voice Recognition Utilizing Pulse Coupled Neural Network	Journal IPTEKS, Vol 20, August 2010, ITS
2.	2010	Esophageal speech Recognition Utilizing Pulse Coupled Neural Network.	Proceeding of International BME days 2010 at ITS Surabaya
3.	2010	ElectroLarynx, Esopahgus, and Normal Speech Classification using Gradient Discent, Gradient discent with momentum and learning rate, and Levenberg-Marquardt Algorithm	Proceeding of International Conference Green Computing 2010 and AUN/SEED NET, UGM Yogyakarta
4.	2009	Electronic Nose For detecting of Impure Gasoline	Proceeding of International Conference on Communication Technology & System, ITS Surabaya
5.	2007	Fuzzy Logic as mobile robot navigation Controller	Proceeding of National Seminar, Seminar of

			Information Technology Research (SRITI), AKAKOM, Yogyakarta , Indonesia
6.	2006	Design and Simulation Vehicle Suspension Based on Optimal Control	National journal TELKOMNIKA, Ahmad Dahlan University, Yogyakarta, Indonesia
7.	2005	Classification of Pap Smear result (cancer) based Artificial Neural Network.	National journal SAINSTEK, Yogyakarta State University, Yogyakarta, Indonesia
8.	2002	Rapid Prototyping of TMS 320C5000 DSP Processor using Simulink/Matlab	APCC (Asia Pacific Conference on Communication) 2002, ITB Bandung
9.	1999	Searching Engine for Solar Position Based on Microcontroller 8051	National Journal JPTK, Yogyakarta State University, Yogyakarta, 1999

**iv. Pengalaman Mengajar dan Jabatan**

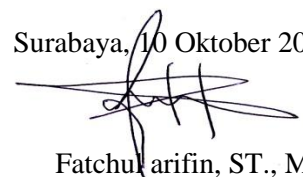
2. Pengalaman mengajar dalam dua tahun terakhir

No.	Course Titles
1	Microprocessor Programming
2	Microcontroller and its application
3	Digital Signal processing
4	Intelligent Control
5	Basic Control Sistem

3. Pengalaman Jabatan

Year	Position
2008-2009	Ketua Laboratorium Elektronika Dasar, Jurusan T Elektronika, Fakultas Teknik, UNY
2007	Ketua Laboratorium Komputer, Jurusan T Elektronika, Fakultas Teknik, UNY
2006	Pembimbing kemahasiswaan HIMANIKA, T Elektronika, FT, UNY

Surabaya, 10 Oktober 2012



Fatchul arifin, ST., MT.

## **b. Anggota Peneliti 2**

### **i. Data Pribadi**

Nama Lengkap dan Gelar : Dr. Tri Arief Sardjono ST.,MT.  
Tempat Tanggal Lahir : Surabaya, 12 Pebruari 1970  
Laboratorium : Elektronika Biomedika  
Jurusan : Teknik Elektro  
Telpon/e-mail : 5947302/[elits@ee.its.ac.id](mailto:elits@ee.its.ac.id)  
Alamat rumah : Kalijudan Taruna II/21 Surabaya  
Telpon/e-mail : 3822752/ [t.a.sardjono@ee.its.ac.id](mailto:t.a.sardjono@ee.its.ac.id)

### **iii. Pendidikan**

<b>UNIVERSITAS/INST.</b>	<b>GELAR</b>	<b>TAHUN SELESAI</b>	<b>BIDANG STUDI</b>
ITS	ST	1994	Teknik Elektro
ITB	MT	1999	Teknik Elektro
University of Groningen, The Netherlands	Dr	2007	Teknik Biomedika

### **iii. Pengalaman Kerja**

<b>INSTITUSI</b>	<b>JABATAN</b>	<b>PERIODE KERJA</b>
T. Elektro FTI – ITS	Dosen Tetap	1994 ~ sekarang
T. Elektro FTI – ITS	Ka Lab Medical Engineering	2008 sd sekarang

### **iv. Publikasi**

#### **International Journal**

1. TA Sardjono, M.H.F. Wilkinson, A.G. Veldhuizen, P.M.A. van Ooijen, K.E. Purnama, G.J. Verkerke, *A NEW APPROACH FOR AUTOMATIC CURVATURE DETERMINATION FROM A FRONTAL X-RAY IMAGE OF A SCOLIOTIC PATIENT*, International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, Vol.2, Suppl. 1, 2007.

#### **International Conferences**

1. TA Sardjono, M.H.F. Wilkinson, A.G. Veldhuizen, P.M.A. van Ooijen,



- K.E. Purnama, G.J. Verkerke, *SPINAL CURVATURE DETERMINATION FROM AN X-RAY IMAGE USING DEFORMABLE MODEL*, 3<sup>rd</sup> Kuala Lumpur International Conference on Biomedical Engineering, Kuala Lumpur, Malaysia, 11-14 December 2006.
2. T.A.Sardjono, M.H.F. Wilkinson, A.G. Veldhuizen, P.M.A. van Ooijen, K.E. Purnama, G.J. Verkerke, *AUTOMATIC CURVATURE DETERMINATION FROM FRONTAL X-RAY IMAGES OF SCOLIOTIC PATIENTS*, The 52th Annual Meeting of the Orthopaedic Research Society, Chicago, Illinois, USA, 19-22 March 2006
  3. TA Sardjono, M.H.F. Wilkinson, A.G. Veldhuizen, P.M.A. van Ooijen, K.E. Purnama, G.J. Verkerke, *IMAGE ANALYSIS SYSTEM TO DETERMINE THE 3D GEOMETRY OF THE SPINE OF A SCOLIOTIC PATIENT OUT OF X-RAY*, Biomedical Engineering, Material Science and Application Conference 2005, Schiermonnikoog, The Netherlands, 24 - 26 April 2005.
  4. TA Sardjono, M.H.F. Wilkinson, A.G. Veldhuizen, P.M.A. van Ooijen, K.E. Purnama, G.J. Verkerke, *THE EVALUATION OF SPRING FORCE IN THE CHARGED PARTICLES MODEL (CPM) FOR SPINAL CURVATURE DETERMINATION FROM AN X-RAY IMAGE*, Biomedical Engineering, Material Science and Application Conference 2005, Schiermonnikoog, The Netherlands, 24 - 26 April 2005.
  5. TA Sardjono, K.E. Purnama, M.H.F. Wilkinson, A.G. Veldhuizen, P.M.A. van Ooijen, G.J. Verkerke, *3D SPINE RECONSTRUCTION AND VISUALIZATION OF A SCOLIOTIC PATIENT USING X-RAY*, The Dutch Annual Conference on Biomedical Engineering, Papendal, The Netherlands, 4 and 5 October 2004.
  6. TA Sardjono (Co Author), Controlling Ultrasonic Scaler Vibration Using ANFIS Technology to Minimize Pain in Periodontal Treatment, Proc. of IASTED-Biomed, Salsburg, 25-27 June, 2003

Surabaya, 10 Oktober 2012

Dr. Tri Arief Sardjono ST.,MT.

## **RAFT ARTIKEL ILMIAH**

### **Short Phrase Recognition Based on Micro-camera Preliminary Result of Voice Generator Based on Micro camera for Laryngectomies Patients**

Fatchul Arifin<sup>(1, 2)</sup>, Sigit Yatmono<sup>(1)</sup>, Tri Arief Sardjono<sup>(2)</sup>, Mauridhi Hery Purnomo<sup>(2)</sup>

<sup>1</sup>Electronic Departement Universitas Negeri Yogyakarta, [fatchul@uny.ac.id](mailto:fatchul@uny.ac.id), [s\\_yatmono@yahoo.com](mailto:s_yatmono@yahoo.com)

<sup>2</sup>Electrical Engineering Department ITS Surabaya, [sardjono@elect-eng.its.ac.id](mailto:sardjono@elect-eng.its.ac.id), [hery@ee.its.ac.id](mailto:hery@ee.its.ac.id),

**Abstract.** To rescue patients with advanced laryngeal cancer, It was conducted a total surgical. Removal of the larynx automatically also remove the vocal cord, so the patient can not speak again as before. Voice is the main tools of human communication. Without a sound, humans can no longer communicate. The option for the patient to speech again is electro-larynx speech and esophageal speech. However, these sound have a poor quality and it is often not understandable. In this paper it is proposed another way to speech. It was based on Microcamera. Two microcamera (Intra oral mouth and external camera) will be used to identify laryngectomies speech.

**Keywords:** Laryngectomies speech. Intra oral and external camera

## **1. Introduction**

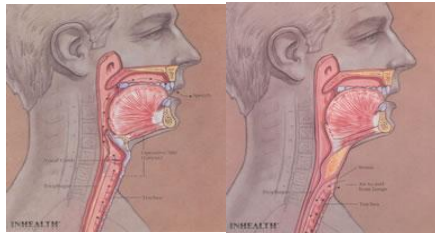
More than 8900 persons in the United States are diagnosed with laryngeal cancer every year [1]. The average number of laryngeal cancer patients in RSCM is 25 people per year [2]. The exact cause of cancer of the larynx until now is unknown, but it is found some things that are closely related to the occurrence of laryngeal malignancy: cigarettes, alcohol, and radioactive rays.

Ostomy is a type of surgery needed to make a hole (stoma) on a particular part of body. Laryngectomy is an example of ostomy. It is an operations performed on patients with cancer of the larynx (throat) which has reached an advanced stage. The impact of this operation will make the patients can no longer breathe with their nose, but through a stoma (a hole in the patient's neck) [3].

Human voice is produced by the combination of the lungs, the valve throat (epiglottis) with the vocal cords, and articulation caused by the existence of the oral cavity (mouth cavity) and the nasal cavity (nose cavity) [3]. Removal of the larynx will automatically remove the human voice. So that post-surgery of the larynx, the patient can no longer speak as before.

Several ways to make Laryngectomes can talk again has been developed., for example:

- *Esophageal Speech,*
- *Tracheoesophageal*
- *Electrolarynx Speech.*



(a)

(b)

Fig. 1a. Before the larynx removed [3]

Fig. 1b. After the larynx was removed [3]

Esophageal speech is a way to talk with throat as high as the original vocal cords as a source of sound. The vibration comes from swallowed air, before entering into the stomach [1]. *Tracheoesophageal* is a device which implanted between the esophagus and throat. The voice source of this method is esophagus [4]. It can happen, when laryngectomies speaking, the flow of air into the stoma must be closed. So the air will lead to the esophagus through the vocal cords replacement has been planted. Another device for helping laryngectomies to speak is Electrolarynx. This tool is placed on the lower chin and make the neck vibrates to produce a sound. The sound that produced by electrolarynx is monotone and no intonation at all. So it likes robots and not attractive. In the other hand this tool is very expensive.

As a description earlier, that we need a breakthrough to the physically impaired laryngeal can talk back easily and cheaply, and also with quality of a natural sound. In this paper presented the design of model based on microcamera voice generator. Microcamera will model the form of the mouth when producing sound. Furthermore, the model of the mouth is used to generate a voice to the patient's larynx impaired.

## 2. Development Of System

Movement or change of mouth shape when pronouncing a certain word recorded through the microcamera. The recording results of the many types of words from a number of volunteers is stored in the data base. Then the image signal is extracted to its distinctive features. Next will be built image recognition system to recognize an image is correlated with a particular utterance. The next stage will be built the system that can generate a synthesized voice. Voice generator will be correlated with a specific image. Global picture of the voice generator based on microcamera for laryngectomiest Patients can be seen in fig.3

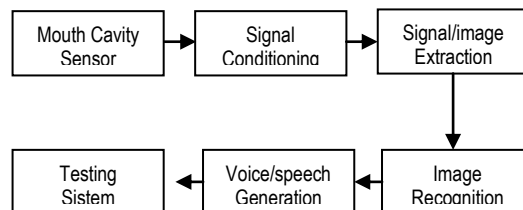


Figure 3, Global design of voice generator based on microcamera

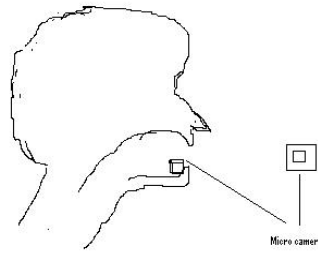


Fig. 4, Interface of Voice recognition based on Micro camera

In this paper will focus on vocal recognition based on microcamera, as a result of voice preliminary generator based on microcamera. The development of this system is based on two micro cameras. An oral micro camera is placed in the mouth, the other one is placed externally (in front of the lips). It can be showed at figure 4. Intra oral micro camera is used to identify mouth cavity. In the other hand external camera (in front of lips) is used to identify the shape of lips.

### 3. Material And Method

In this research there are two persons as volunteer. Each person was asked to speak some short phrase. For testing system they were asked to say: “kali”, “meja”, and “sapu”. Each phrase repeated ten times. A half of the data will be used for training set, and the other one is for testing.

All of the recorded data will be processed for their feature (feature extraction process). The output of feature extraction will be fed to the pattern recognition process. The development of processing data can be shown at figure 5.

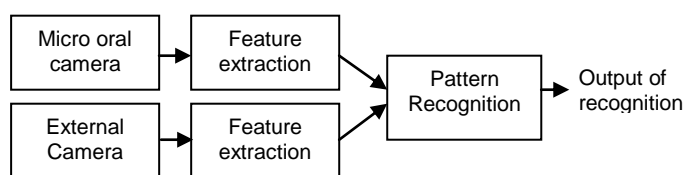


Figure 5, Data Processing

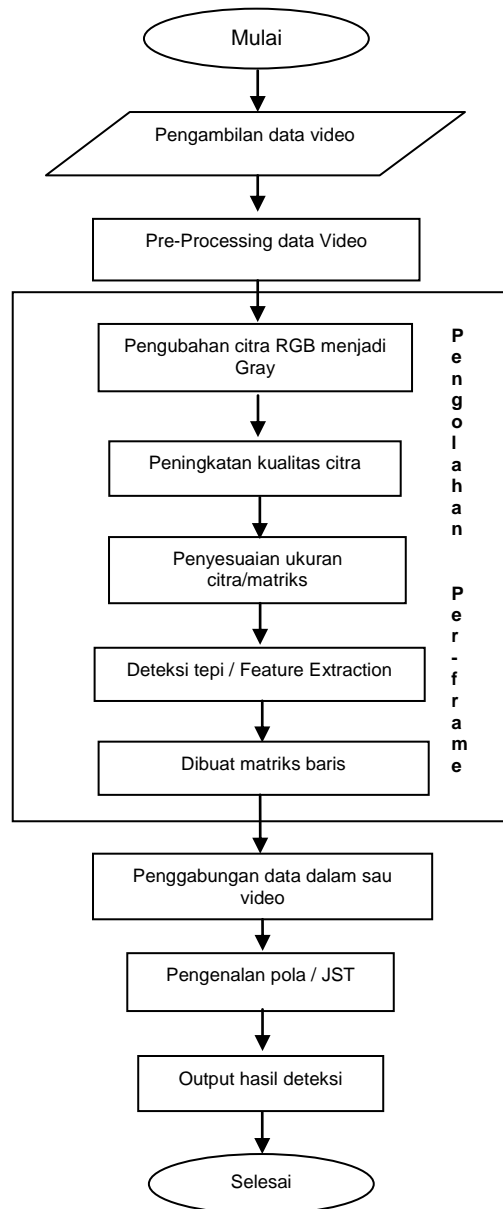


Figure 6. Some steps of Data Processing

The video was processed to be some frames / pictures. Each frame will be processed as: RGB to gray scale process, improving of image intensity, resize matrix image so to be uniform, and edge detection. Output of edge detection from each frame was combined and fed to the pattern recognition. These steps can be seen in the diagram in Figure 6. Examples of data processing stages can be seen in Figure 7.

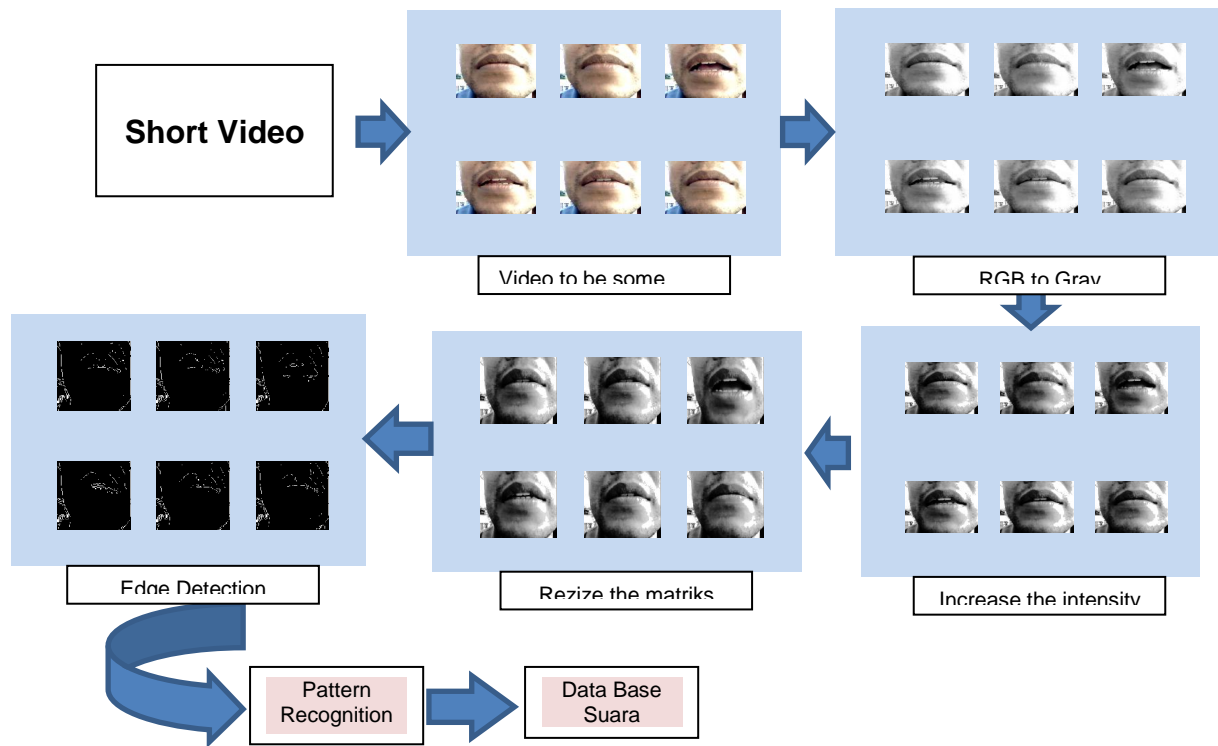


Figure 7. Example of Data Processing

Many methods of pattern recognition that can be used. In this research the chosen method is artificial neural network. Before the system is used to recognize the patterns, ANN should learn first. After the system reach goal, it can be used for recognition. In this research it was designed four layers ANN namely: the input layer, hidden layer and two layer output. The number of neurons in each layer: Inpu layer = number of image pixel, first hidden layer is 8 neuron, second hidden Layer is 4 neuron, and output layer is 1 neuron. While the activation function that it was used are tansig, logsig, and purelin. Performance of training system can be seen in Figure 8a.

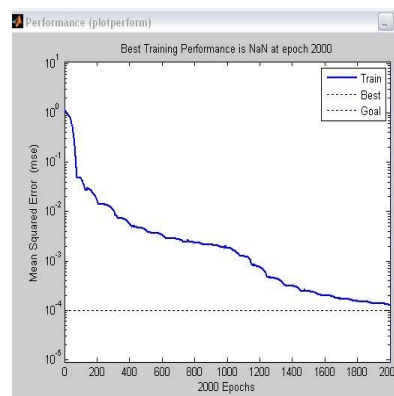


Figure 8. System performance

#### 4. Result

After completing the training session, then the system is used to recognize the real image patterns. The system was tested for the overall data that has been taken.

Test results for the introduction of the fourth pronunciation A volunteer can be seen in table 1

Tabel 1  
Result of video recognition

Video Input		Hasil Pengenalan			Coment
		kali	meja	sapu	
1	Kali1	x			Benar
2	kali2	x			Benar
3	kali3			x	Salah
4	kali4			x	Salah
5	kali5			x	Salah
6	kali6	x			Benar
7	Meja1		x		Benar
8	meja2		x		Benar
9	meja3		x		Benar
10	meja4		x		Benar
11	meja5		x		Benar
12	meja6		x		Benar
13	meja7			x	Salah
14	meja8		x		Benar
15	sapu1			x	Benar
16	sapu2			x	Benar
17	sapu3			x	Benar
18	sapu4			x	Benar
19	sapu5			x	Benar
20	sapu6			x	Benar
21	sapu7			x	Benar

From the results above seems there are 4 untruth outputs from total 21videos. Thus the validity of the system =  $(17/21) \times 100\% = 81\%$ . May be it was caused by the placement of camera (the angle of recording) and the lighting.

## 5. Summary

From the description above it can be concluded:

1. Camera placement, angles recording, and lighting greatly affect the results of data retrieval. Therefore it is necessary to get more attention on.
2. The video recognition has been developed. It is consist of framing (change short video to some frames), RGB to gray processing, intensity increasing, matrix resizing, edge detection, and pattern recognition
3. The human speech generator has been developing using data base of human speech recording.

## 6. Acknowledgements

Thank you very much to National Education Ministry of Republic Indonesian that gave funds for this research so it can run well.

## 7. References

- [11.] Nury Nudwinuringtyas, 2009, Tanpi pita suara: bicara kembali, Blog spot, Februari,
- [12.] American Cancer Society. -2002 Cancer facts and figures
- [13.] Nopember 2009, <http://www.speakagain.org/index.php?page=surgery>,
- [14.] Tantra, Tri arief sardjono, 2009, Design of low cost electro larynx, Tugas Akhir Electro ITS
- [15.] *Fellbaum, K*, 1999, Human-Human Communication and Human-Computer, Interaction by Voice. Lecture on the Seminar "Human Aspects of Telecommunications for Disabled and Older People". Donostia (Spain), 11 June
- [16.] <http://go-kerja.com/proses-produksi-suara-manusia/> (17 april 2010)
- [17.] <http://id.shvoong.com/exact-sciences/physics/1803946-pengolahan-citra-image-processing/> (17 april 2010)
- [18.] Tri Arief Sardjono, 2009, Voice spectrum analyzes of laryngectomies patients
- [19.] Fatchul Arifin, Tri Arief, Hery Mauridhy, 2010, Electro Laring, Esophagus, and Normal Speech Classification, International Confernce on Green Computing-AUN/SEED-Net
- [20.] Andy Noortjahja, Tri Arief, Hery Mauridhy. 2010, Filtering of normal and laryngectomies patiens using ANFIS, International Confernce on Green Computing-AUN/SEED-Net
- [21.] Jason Pauelsen, Ward Van Houven, VM Optic sensor, Hanzehogeschool, UMCG, Netherlands
- [22.] <http://www.tradekorea.com/sell-leads-detail/S00035938>
- [23.] <http://szstartec.en.made-in-china.com/product/AqMmGjxJBQia/China-PC-Camera-ST-CAM003-.html>



## SINOPSIS PENELITIAN LANJUTAN

### “ALAT BANTU BICARA BERBASIS MICROCAMERA BAGI PASIEN TUNALARYNX”

Penyembuhan kanker stadium lanjut pada daerah laring haruslah dilakukan operasi. Operasi ini akan mengambil bagian tenggorokan yang terkena kanker sampai bersih. Dampak dari operasi ini akan menjadikan *trachea* (saluran yang menghubungkan antara rongga mulut-hidung dengan paru) terpisah dengan esophagus dan pasien tidak dapat lagi bernapas dengan hidung, melainkan melalui stoma (sebuah lubang di leher pasien). Pengangkatan laring, otomatis akan mengangkat perangkat suara manusia. Sehingga pasca operasi laring, pasien tidak dapat lagi berbicara (bersuara) sebagaimana sebelumnya.

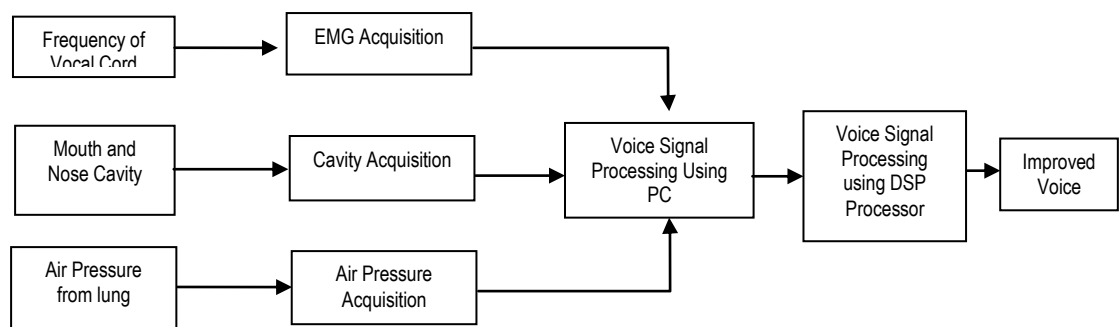
Suara merupakan salah satu alat komunikasi utama manusia. Tanpa suara manusia tidak dapat berbicara yang pada akhirnya, tidak akan dapat lagi menyampaikan kemauannya kepada orang lain secara bebas. Bahasa tubuh atau tulis yang dapat dilakukan manusia, tetap akan membatasi komunikasi. Karena kecepatan tulis atau bahasa tubuh tidak secepat dan sejelas bahasa suara. Oleh karena itu diperlukan suatu terobosan agar para penyandang tuna laring bisa berbicara kembali secara mudah, harga yang murah serta dengan hasil suara yang mendekati suara alami.

Pada penelitian ini dikembangkan model alat bantu bicara berbasis microcamera. Pada tahun pertama, telah didesain dua buah camera (intral oral camera diletakkan di dalam mulut dan eksternal camera – didepan bibir) sebagai alat untuk pendeteksi bentuk mulut ketika sedang berbicara. Pada tahun pertama telah dilakukan pengambilan data terhadap beberapa relawan yang difokuskan pada kata kata vokal A, I, E, O, dan U. Data dari kedua camera tersebut selanjutnya diolah dan dilakukan pengenalan. Hasilnya sistem yang dibangun berhasil mengenali dengan tingkat kebenaran 78,3 %.

Pada tahun kedua kedua telah dikenali video bergerak untuk kata kata pendek, dan juga telah dibangun database suara yang di hubungkan dengan hasil

pengenalan kata katanaya, sebagai *human speech generator* nya. Hasil pengujian sistema mempunyai nilai validasi 81 %.

Ucapan manusia tidak cukup ditentukan oleh faktor bentuk mulut saja, melainkan masi hada faktor lain, yakni frekuensi getaran yang dihasilkan oleh pita suara dan juga kecepatan udara yang keluar dari paru paru. Oleh karena itu penelitian ini harus terus dikembangkan (melalui scheme penelitian yang lain). Model penelitian lanjutna barangkali bisa digambarkan melalui diagram blok gambar 1.



Gambar 1, Model penelitian lanjutan